

学位論文内容の要旨

博士（環境科学）

氏名 富田 幹次

学位論文題名

Causes and consequences of animal behavior changes in a human-modified world:

A case study of brown bear digging for cicada nymphs

（人為環境改変下での動物行動の変化の原因と帰結：

ヒグマによるセミ幼虫の捕食行動を例に）

人新世（Anthropocene）において、ほとんどの野生動物は人間活動によって改変された生態系の中で生活している。世代時間が長く、行動の可塑性が大きい哺乳類や鳥類のような動物は、環境改変に対する応答として個体数変化よりも先に行動が変わることが多い。そのため、行動変化の実態とその原因を明らかにすることは、人為的な環境改変が野生動物におよぼす影響の理解を深めるために重要である。また、生態系の中での影響力が強い動物（生態系エンジニア・キーストーン種など）の行動が環境改変によって変わった場合、行動の変化を介した波及的な生態的影響が生じる可能性がある。しかし、人為的環境改変による動物行動の変化の生態的帰結についての理解は進んでいない。これらの知見は生物多様性の保全や動物個体群管理に不可欠である。

豊かな自然も残され、世界遺産にも登録されている北海道知床半島の森林では、近年、ヒグマがコエゾゼミ（以下：セミ）の幼虫を捕食するために大規模に地面を掘り返している様子が観察されている。そこで本博士論文では、ヒグマによるセミ掘り返し行動を引き起こした原因と掘り返し行動の生態的影響（土壌かく乱）を明らかにし、人為的な環境改変によって引き起こされた動物行動の変化の原因と生態的帰結を検証した。

まず、糞分析によって1980年代と2018年の夏季におけるヒグマの食性の時間変化の評価と現地の野生動物管理者への聞き取り調査を行った結果、ヒグマのセミ掘り返し行動はおおよそ2000年よりみられるようになったことが明らかになった（2章）。さらに、2018年・2019年にヒグマが地面を掘り返した痕跡を記録し、この行動の空間パターンを調べた結果、セミ掘り返し行動は、針葉樹人工林

でのみ発生していることが分かった(2章・3章)。セミの抜け殻を指標としたセミ幼虫の密度調査を行ったところ、カラマツ人工林とトドマツ人工林では、天然林と比べてセミ幼虫の密度が約10倍も高いことが明らかになった(2・3章)。1970年後半に植えられた人工林が1990年代後半に成木林になったこと、森林性のセミ幼虫は成木林を好んで生息することを踏まえると、ヒグマのセミ掘り返しは、人工林の造成に対する行動変化であることが示唆された。また、ヒグマの掘り返し行動は、チシマザサによって負の影響を受けていることも明らかになった(4章)。

次に、人為的環境改変に対する行動変化の生態的な帰結を検討した。まず土壌窒素動態を調べることにより、ヒグマの掘り返しは土壌水分・無機態窒素濃度を減らしていることを発見した(5章)。次に、ヒグマの掘り返し行動は、樹木の窒素と水分利用を制限することで葉の光合成活性を低下させた結果、樹木の直径成長に負の影響をもたらす、という仮説を検証した(6章)。調査地のカラマツ林に、2000年より掘り返しが観察されている林分(掘り返し区)とその近傍の掘り返されていない林分(対照区)を5ペア設定し、土壌水分と窒素利用可能量・樹木の葉形質と年輪成長量を両区間で比べた。葉形質は、植物の光合成効率の指標として窒素含有量と水分ストレス指標として炭素安定同位体比に注目した。その結果、掘り返し区で表層土壌の水分含有率と窒素利用可能量、細根バイオマスが有意に低く、樹木の養分利用が制限されていることが明らかになった。葉の窒素含有量は、樹木の直径サイズと掘り返しの負の交互作用が有意であり、直径の大きな個体ほど掘り返しの負の影響が強くなることが示唆された。葉の炭素安定同位体比は有意差が見られなかったため、掘り返しが樹木におよぼす水分ストレスは弱いことが示唆された。年輪成長量の解析により、掘り返しはカラマツの直径成長に有意な負の影響を与えていることが示唆された。以上から、ヒグマの掘り返しは、樹木の窒素利用を制限し、光合成活性を低下させることで樹木の成長に負の影響をもたらしている可能性が示された。

一連の結果より、ヒグマはセミ幼虫の掘り返し行動を新たに生み出すことで、人間活動によって生まれた人工林をエサ場として利用するようになり(2~4章)、その生態的な帰結として、土壌窒素動態や樹木の肥大成長にも影響するようになったことが示された(5~6章)。これらのことは、人為環境改変によって引き起こされた動物行動の変化が、他生物や物質循環に波及効果をもたらしている可能性を示す。人為的改変を受けている生態系で多くの動物は行動を柔軟に変えながら生息しており、たとえ生息密度が変わらなくても、行動変化が原動力となり生態的役割が変わっているかもしれない。行動変化が生物多様性や生態系機能におよぼす波及効果を理解していくことは、人新世における野生動物の生態的役割を適切に捉えていくうえで重要であると考えられる。